

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 10 от 02.12.2024 г.

Рабочая программа дисциплины
Концепции современного естествознания

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
09.03.03 - Прикладная информатика

Направленность образовательной программы
Суперкомпьютерное моделирование и инженерный анализ

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.05 Концепции современного естествознания относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1: Демонстрирует знание принципов сбора, отбора и обобщения информации, базирующихся на системном подходе УК-1.2: Демонстрирует умение соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности УК-1.3: Демонстрирует наличие практического опыта работы с информационными источниками, опыта научного поиска и представления научных результатов	УК-1.1: Знать принципы отбора, сбора, обобщения информации из различных источников и баз данных. УК-1.2: Уметь анализировать, выделять и обобщать информацию, полученную при исследовании различных процессов и явлений; применять полученные результаты в рамках выбранной профессиональной деятельности. УК-1.3: Владеть навыками обработки и представления информации в наиболее понятной форме с использованием современных компьютерных технологий; современными информационно-коммуникационными технологиями.	Опрос	Экзамен: Контрольные вопросы Зачёт: Контрольные вопросы
ОПК-6: Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением	ОПК-6.1: Демонстрирует знание основ теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов	ОПК-6.1: Знать основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов	Опрос Задачи Контрольная работа	Экзамен: Контрольные вопросы Зачёт: Контрольные

методов системного анализа и математического моделирования;	оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования ОПК-6.2: Применяет методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий ОПК-6.3: Имеет практический опыт выполнения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий	оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования. ОПК-6.2: Уметь применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для составления математических моделей различных естественнонаучных систем и простейших автоматных моделей целесообразного поведения. ОПК-6.3: Владеть опытом исследования математических моделей различных естественнонаучных систем и простейших автоматных моделей целесообразного поведения.		вопросы
---	---	--	--	---------

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	6
Часов по учебному плану	216
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	64
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	64
- КСР	3
самостоятельная работа	49
Промежуточная аттестация	36 Экзамен, Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Раздел 1. Введение	30	4	10	14	16
Раздел 2. Балансовые динамические модели	14	2	4	6	8
Раздел 3. Линейный осциллятор	34	4	12	16	18
Раздел 4. Математические модели сосуществования	18	4	4	8	10
Раздел 5. Метод точечных отображений	11	2	2	4	7
Раздел 6. Нелинейный осциллятор	30	12	12	24	6
Раздел 7. Модели целесообразного поведения, игр и обучения	12	4	8	12	
Раздел 8. Марковские процессы с доходами.	14	8	6	14	
Раздел 9. Диффузные и волновые процессы.	14	8	6	14	
Аттестация	36				
КСР	3			3	
Итого	216	48	64	115	65

Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. Введение. Математическая модель и динамическая система. Экспоненциальные процессы.

Раздел 2. Балансовые динамические модели.

Раздел 3. Линейный осциллятор. Электромеханические аналогии и уравнения Лагранжа.

Раздел 4. Математические модели сосуществования

Раздел 5. Метод точечных отображений.

Раздел 6. Нелинейный осциллятор. Автоколебания.

Раздел 7. Модели целесообразного поведения, игр и обучения.

Раздел 8. Марковские процессы с доходами.

Раздел 9. Диффузные и волновые процессы.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

Концепции современного естествознания (Лаптева Т.В.), <https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=6177>.

Иные учебно-методические материалы:

Жуков В. П. Математические модели современного естествознания : учеб. пособие / Жуков В. П., Беляков А. Н., Барочкин А. Е. - Иваново : ИГЭУ, 2021. - 124 с. - Книга из коллекции ИГЭУ - Математика. <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=831784&idb=0>

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции УК-1:

Уточнённая модель истечения жидкости из сосуда.
Быстрый процесс разгона и медленный – вытекания.
Сопоставление с простейшей моделью.

Модель изменения уровня воды в водохранилище с плотиной и гидростанцией.
Критический уровень и зоны безопасности.

Математическая модель засоления ограниченного водоёма с заливом.

Математическая модель разгона ракеты. Формула Циолковского.

Модели симбиоза.

Автоколебания в электрической схеме с неоновой лампой.

Трение как причина возникновения неустойчивости и автоколебаний.

Математические модели объекта, образа, распознавания образов и обучения распознаванию образов.
Перцептрон как динамическая система. Схема его устройства и алгоритм обучения.

Уравнение теплопроводности и его фундаментальное решение.

Уравнение Лапласа и его физическая интерпретация.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ОПК-6:

Что такое динамическая система, фазовое пространство, фазовая переменная, фазовая траектория, фазовый портрет?

Дифференциальные уравнения как один из способов задания оператора динамической системы. Геометрический смысл дифференциального уравнения. Примеры.

Истечение жидкости из сосуда. Простейшая модель. Ограничения применимости.

Математическая модель истечения с постоянным притоком.
Равновесный режим и его устойчивость.

Экспоненциальные процессы. Время удвоения и уменьшения вдвое.
Явление внезапного кризиса при экспоненциальных процессах.

Модели динамики развития биологической популяции.

Математическая модель Вольтерра – Лотки сосуществования хищника и жертвы и её уточнение.

Модели сосуществования конкурирующих видов.

Математическая модель линейного осциллятора. Фазовые портреты и параметрический портрет.

Принцип наименьшего действия и уравнения Лагранжа – Максвелла.

Вынужденные колебания линейного осциллятора. Явления резонанса и сдвига фазы.

Понятие точечного отображения. Модель маятниковых часов.

Понятие точечного отображения. Двухпозиционный авторулевой.

Генератор электрических колебаний. Уравнение Ван-дер-Поля.
Амплитуда автоколебаний.
Мягкий и жёсткий режимы возбуждения автоколебаний.

Параметрическое возбуждение и резонанс. Примеры.
Отличие параметрического резонанса от обычного.

Стабилизация перевёрнутого маятника с помощью управления. Понятие обратной связи.
Стабилизация вертикального положения и точки опоры.

Автоматные модели целесообразного поведения.

Автоматные модели игр.
Простейшие детерминированные модели игроков и их парных игр в отгадывание.
Стохастические марковские модели игроков и их игр в отгадывание.
Игра стохастика с простаком.

Марковский процесс как динамическая система. Эргодичность. Примеры.

Марковские процессы с доходами.

Управляемые марковские процессы и выбор оптимальной стратегии.

Волновое уравнение. Метод Лагранжа.

Волновое уравнение. Граничные условия. Метод Фурье.

Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент ответил на большую часть вопросов возможно с незначительными недочетами.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-6:

Задача 1. В сосуд, содержащий 10 литров воды, поступает со скоростью 2 литра в минуту раствор, в каждом литре которого содержится 0,3 кг соли. Поступающий раствор перемешивается с водой и смесь вытекает из сосуда с той же скоростью. Сколько соли будет в сосуде через 5 минут?

Задача 2. После удара футболиста мяч летит вертикально вверх со скоростью $V_0 = 30 \text{ м/сек}$ и поднимается на максимальную высоту $H = 15 \text{ м}$. С какой скоростью мяч упадет на землю?

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Описаны все этапы решения задания, результаты работы представлены преподавателю в срок, при этом применен творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Описаны все этапы решения задания, результаты работы представлены преподавателю в срок.
очень хорошо	Выполнены основные этапы решения задания или задача решена с незначительными недочетами, результаты работы представлены преподавателю в срок.
хорошо	Выполнены часть этапов решения задания (задачи) или задача решена с недочетами, результаты работы представлены преподавателю в срок.
удовлетворительно	Выполнены часть этапов решения задания (задачи) или задача решена с существенными недочетами, результаты работы представлены

Оценка	Критерии оценивания
	преподавателю, но с отклонениями от сроков.
неудовлетворительно	Выполнены не все этапы выполнения задания (задачи) или выполнены не в полном объеме, представлено неполное описание этапов выполнения заданий или результаты работы не представлены преподавателю.
плохо	Студент не приступал к выполнению заданий (задач).

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-6:

1. После удара футболиста мяч летит вертикально вверх со скоростью V_0 . На какую максимальную высоту он поднимется и за какое время? Силу сопротивления воздуха считать прямо пропорциональной скорости движения.

2. За какое время вытечет вся вода из бака размерами $S \times H$ ($S = 1 \text{ м}^2$, $H = 3 \text{ м}$), если у него есть две дырки сечением $\sigma = 4 \text{ см}^2$: одна в дне, а другая в боковой стенке на высоте $H_1 = 1 \text{ м}$?

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Студент получил верный ответ во всех заданиях. При этом студент продемонстрировал знание дополнительного материала.
отлично	Студент получил верный ответ во всех заданиях.
очень хорошо	Студент получил верный ответ в большинстве заданий.
хорошо	Студент решил большую часть задач с незначительными недочетами.
удовлетворительно	Студент решил большую часть задач с существенными недочетами.
неудовлетворительно	Студент допускает грубые ошибки в решении стандартных задач.
плохо	Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой

	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-1

Метод точечных отображений. Двухпозиционный авторулевой.

Трение как причина возникновения неустойчивости и автоколебаний.

Автоколебания в цепи с неоновой лампой.

Персептрон как динамическая система.

Схема его устройства и алгоритм обучения.

Теорема о конечности числа ошибок персептрона при обучении.

Уравнение теплопроводности и его фундаментальное решение. Задача о намерзании льда.

Волновые решения волнового уравнения.

Возбуждение колебаний полубесконечной струны путём колебания её конца.

Стоячие волны и колебания ограниченной струны с закреплёнными концами после сосредоточенного удара по ней. Спектры её колебаний, тональность и «окраска» звука.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-6

Маятниковые часы Галилея – Гюйгенса как автоколебательная система.

Генератор электрических колебаний. Уравнение Ван-дер-Поля.
Амплитуда автоколебаний.
Мягкий режим возбуждения автоколебаний.

Генератор электрических колебаний. Уравнение Ван-дер-Поля.
Амплитуда автоколебаний.
Жёсткий режим возбуждения автоколебаний.

Параметрическое возбуждение и резонанс.
Отличие параметрического резонанса от обычного.

Колебания двух связанных осцилляторов. Явление биений и перекачки энергии.

Автоматные модели целесообразного поведения.

Простейшие детерминированные модели игроков и их парных игр в отгадывание.
Стохастические марковские модели игроков и их игр в отгадывание.
Игра стохастика с простаком.

Марковский процесс как динамическая система. Эргодичность. Примеры.

Марковские процессы с доходами.

Управляемые марковские процессы и выбор оптимальной стратегии.

Метод итераций Р. Ховарда.

Уравнение теплопроводности, начальные и граничные условия.
Метод Фурье.

Стабилизация перевернутого маятника с помощью управления.
Понятие обратной связи.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Студент дал развернутый ответ на все вопросы и при этом продемонстрировал знание дополнительного материала.
отлично	Студент дал развернутый ответ на все вопросы.
очень хорошо	Студент дал ответ на все вопросы, возможно с незначительными недочетами.
хорошо	Студент ответил на большую часть вопросов с незначительными недочетами.
удовлетворительно	Студент ответил на большую часть вопросов с существенными недочетами.
неудовлетворительно	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале и

Оценка	Критерии оценивания
	решении стандартных задач.
плохо	Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-1

Модель изменения уровня воды в водохранилище с плотиной и гидростанцией.

Математическая модель засоления ограниченного водоёма с заливом.

Математическая модель разгона ракеты. Формула Циолковского.

Модели сосуществования видов в симбиозе.

Динамический демпфер.

5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-6

Динамическая система. Пространство состояний и оператор.
Фазовый портрет. Игра “Жизнь” Конуэя.

Дифференциальные уравнения как один из способов задания оператора динамической системы. Геометрический смысл дифференциального уравнения. Примеры.

Модель Торричелли вытекания жидкости из худого сосуда.

Модель «Втекание – вытекание». Понятие равновесия и его устойчивости.

Экспоненциальные процессы. Время удвоения и уменьшения вдвое.
Явление внезапного кризиса

Математические модели радиоактивного распада, поглощения излучения.

Модели динамики отдельной популяции

Математическая модель Вольтерра – Лотки сосуществования хищника и жертвы.

Модели сосуществования конкурирующих видов.

Примеры, приводящие к понятию линейного осциллятора: колебания массы на пружине, колебания заряда конденсатора в электрическом контуре. Энергия движущейся массы и деформированной пружины.

Математическая модель линейного осциллятора. Фазовые портреты и параметрический портрет.

Принцип наименьшего действия, уравнение Лагранжа.

Вынужденные колебания линейного осциллятора. Резонанс. Амплитудно-фазовая частотная характеристика (АФЧХ).

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент дал развернутый ответ на все вопросы без существенных ошибок.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Кузнецов Юрий Алексеевич. Математические модели современного естествознания : Избранные математические модели динамики биологических систем : учеб.-метод. пособие для студентов ННГУ, обучающихся по направлению подготовки 080100 "Экономика" и специальности 080116 "Мат. методы в экономике" / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : ННГУ, 2010-. Математические модели современного естествознания . Ч. 1. - Н. Новгород, 2010. - 101 с. - 28.47., 39 экз.
2. Бутенина Наталия Николаевна. Методы качественного исследования управляемых динамических систем на плоскости : учебно-методическое пособие / Н. Н. Бутенина, В. П. Савельев ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2012. - 66 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=851234&idb=0>.
3. Андронов Александр Александрович. Теория колебаний / с предисл. Л. И. Мандельштама. - 2-е изд. - М. : Наука, 1981. - 568 с. : ил. - 2.60., 274 экз.

Дополнительная литература:

1. Неймарк Юрий Исаакович. Динамические системы и управляемые процессы. - М. : Наука, 1978. - 336 с. : ил. - 1.50., 40 экз.
2. Бабаева М. А. Концепции современного естествознания / Бабаева М. А. - 2-е изд. доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 436 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-8114-8564-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=781451&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Операционные системы семейства MicrosoftWindows, лицензия по подписке MicrosoftImagine.
2. Браузер Google Chrome, предоставляется бесплатно на условиях лицензионных соглашений на программное обеспечение с открытым исходным кодом.
3. Пакет MS Office.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 09.03.03 - Прикладная информатика.

Автор(ы): Лаптева Татьяна , кандидат физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Осипов Григорий Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.